Impacto de bancos de biomasa con *Pennisetum purpureum* (Cuba CT-115) en la producción lechera

R.O. Martínez[1], Verena Torres[2] y P. I. Aguilar[2]

[1]*Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba*

[2]*Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) "Desembarco del Granma", Villa Clara, Cuba*

Correo electrónico: omartinez@ica.co.cu

Para evaluar el impacto de la tecnología de los bancos de biomasa en la producción de leche, se registró información de 27 indicadores, obtenidos en nueve lecherías de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) "Desembarco del Granma", en la provincia Villa Clara, desde el año 2000 hasta el primer semestre de 2009. La combinación semestre, año, lechería, permitió confeccionar una matriz general, con un total de 169 casos. Para facilitar la interpretación de los datos, en el primer semestre o período seco se analizaron 89 casos, y en el segundo semestre o período lluvioso, 80. Se utilizó el análisis de componentes principales (ACP) para interpretar los resultados. En las matrices estudiadas, cuatro componentes principales (CP) explicaron más de 70 % de la variabilidad. El CP 1 en cada matriz explicó más de 35 % de la varianza, y estuvo altamente correlacionado con indicadores de importancia productiva, como la productividad por vaca, producción de leche/ha y producción total por semestre. Solo este componente estuvo altamente correlacionado con el tiempo y con los principales cambios tecnológicos, como el acuartonamiento y el incremento del porcentaje de pasto Cuba CT-115. Sin embargo, la relación fue muy pobre con el porcentaje de caña y el de pastos artificiales, porcentaje de reemplazo de animales, carga y natalidad. Estos indicadores no experimentaron grandes modificaciones en el tiempo. Se utilizaron las matrices rotadas para determinar en cada escenario los índices de impacto, que cambiaron sus valores, de negativos a positivos, con el transcurso de los años, y fueron a su vez una demostración del impacto de esta tecnología. La relación del CP1 con el tiempo permitió establecer ecuaciones de regresión confiables, que expresaran en valores el impacto de los bancos de biomasa en los principales indicadores productivos. En las condiciones de esta UBPC, las acciones organizacionales aumentaron la producción de leche en 60 L/ha/año. El intervalo parto-gestación disminuyó en 6.5 d/año. La leche/lactancia aumentó en 73.3 L/año, la producción total de leche por lechería en 6252 L, y el litro por vaca en ordeño en 0.2/año. Se sugiere que la UBPC tenga en cuenta en un nuevo ciclo de desarrollo las tecnologías y métodos de manejo animal que permitan incrementar la carga, cantidad y calidad de alimento para el período seco y favorezcan la disminución del intervalo parto gestación.

Palabras clave: *producción de leche, impacto tecnológico, diseños multivariantes*.

La tecnología de los bancos de biomasa con el pasto Cuba CT-115 se ha estudiado y extendido en la ganadería cubana desde 1995. Se lleva a cabo mediante la segregación de hasta 30 % del área de la lechería sembrada con *Pennisetum purpureum* Cuba CT-115, desde agosto hasta noviembre, para almacenar y pastar en tres rotaciones durante la seca, de 20 a 25 t de MS¬/ha (Martínez *et al*. 1996). Generalmente, la aplicación de una tecnología integral transcurre en función de la producción, sin testigos dentro del sistema, y con amplia relación entre todos los factores que intervienen en el proceso productivo. Son muchas las variables relacionadas, por lo que se dificulta la interpretación de los resultados. Sin embargo, para medir el progreso de un ciclo organizacional de desarrollo es imprescindible controlar y valorar el impacto de la tecnología introducida (Gaynor 2006).

Según Font i Furnols y Guerrero (2005), esta multiplicidad de variables puede ser muy compleja para la mente humana, incluso imposible de asimilar. De ahí que se utilicen técnicas multivariantes que permitan estudiarlas, entenderlas e interpretarlas.

Según Martens y Martens (2000), en un análisis multivariante el interés radica en los patrones de variación entre las variables, y no en los valores absolutos. Se recomienda otorgar la misma importancia a las diferentes variables, estudiarlas simultáneamente y obtener una realidad multidimensional diferente.

Las técnicas multivariadas, como el análisis de componentes principales (ACP) y el análisis jerárquico o de Clúster, pueden ayudar a interpretar los factores entrelazados, cuando se trata de valorar la adopción de una nueva tecnología para la producción de leche.

Torres *et al*. (2008) describieron un modelo estadístico para medir el impacto de la innovación o transferencia tecnológica en la rama agropecuaria. El modelo integra el análisis de componentes principales (CP) con el propósito de obtener los coeficientes de medidas factoriales y determinar los índices de este impacto para cada escenario, en función de las componentes principales seleccionadas con el análisis de Clúster, para llegar a caracterizar o tipificar las unidades lecheras.

Chacón *et al*. (2008) utilizaron el análisis de componentes principales para interpretar el impacto de diferentes tecnologías en función de la producción lechera y aplicaron además, el modelo propuesto por Torres *et al* (2008). Concluyeron que es necesaria la experiencia como productor, la familiarización con los datos y el sentido común para interpretar y explicar los resultados. Fue necesario el agrupamiento en Clúster para interpretar con claridad el progreso en el tiempo de esta nueva tecnología con respecto a otras. En el caso de los productores, necesitan reconocer su impacto en los

indicadores productivos más importantes.

El objetivo de este trabajo fue profundizar en los métodos para evaluar el impacto de la tecnología de los bancos de biomasa en los principales indicadores de la producción de leche en las condiciones representativas de la ganadería comercial cubana.

Materiales y Métodos

Se recopiló información de 27 variables o atributos de nueve lecherías de la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) "Desembarco del Granma" en la provincia Villa Clara. La información se acumuló por semestres, enero-junio para representar el período seco; julio-diciembre para el lluvioso, durante el 2000 hasta el primer semestre de 2009.

Toda la información se organizó en una matriz de datos, donde las filas identificaban los años-semestres-lecherías y las columnas, un total de variables productivas.

La combinación de años, semestres y lecherías permitió analizar en la matriz un total de 169 casos o individuos. Para facilitar la interpretación de los datos y disminuir la variabilidad entre los atributos, se realizó también el análisis para cada semestre de forma independiente. Se consideraron 89 casos para el primer semestre o período seco, y 80 en el segundo semestre o período lluvioso.

En todos los casos se analizó la varianza explicada por cada CP y se seleccionaron las componentes que explicaban más de 70 % de la variación total. Se utilizó la rotación Varimax para una mejor interpretación de los factores y se determinaron los índices del impacto de cada combinación año-semestre-lechería o año-lechería, según el análisis conjunto o individual (Torres *et al*. 2008). Se incorporó el año, con valores de 1 a 10, como una variable cuantitativa en el análisis.

Todos los procesamientos se realizaron en SPSS para Windows, versión 11.5 (Visauta B., 2002) e InfoStat versión 1 (Balzarini *et al*. 2001).

Resultados y Discusión

Los primeros resultados se relacionan con la preparación de la información. Fue importante separar el año en semestres, ya que la producción de leche en el trópico estacional tiene importantes difencias productivas entre el primer y segundo semestre del año. Como tecnología adoptada, el banco de biomasa está diseñado para mejorar el comportamiento de las lecherías durante el período seco. La inclusión de los dos semestres en la misma matriz aumenta el número de valores (en casos o individuos). Sin embargo, incrementa la desviación típica de los datos, por lo que se estudiaron tres matrices, una general y otras dos para seca y lluvia. Otra manera de interpretar la desviación y el impacto entre vaquerías fue el análisis de los indicadores relativos. La producción total de leche mostró alta variabilidad por la influencia de otras variables en estudio. La utilización del indicador leche/ha y otras mediciones relativas (expresadas en %) permitió ponderar un grupo de indicadores para mejorar la interpretación de los resultados.

La tabla 1 muestra la estadística descriptiva de las variables analizadas en cada matriz. Que las variables se expresen en unidades diferentes no influye en los resultados, debido a que están relacionadas entre ellas. El ACP se realizó a partir de la utilización de la matriz de correlación, como propuso Philippeau (1990). Se constató que es necesario utilizar indicadores relativos que causen menos variabilidad, como leche/ha, natalidad y otros. Los espacios vacíos corresponden a los datos que originaron estos indicadores relativos en las matrices de las épocas.

Las matrices de correlaciones resultaron ser fuente inagotable de análisis. En primer lugar, corroboraron que las variables estudiadas tienen relación, lo que constituye una premisa para la obtención de nuevas variables latentes o CP. En la figura 1 se muestran los coeficientes de correlación encontrados entre 1 y -1 para la matriz general. La mayoría tiene probabilidades altamente significativas, lo que es lógico al estudiar un sistema productivo donde existen múltiples interacciones.

En las matrices estudiadas, cuatro componentes principales explicaron más de 70 % de la variabilidad (tabla 2). La primera componente principal (CP 1) fue la que mayor porcentaje de variabilidad explicó. No obstante, el comportamiento fue diferente en las tres matrices consideradas, siempre fue algo superior la variabilidad total, explicada en las matrices correspondientes a los semestres. Esto indica que fue acertada la distribución por semestres, lo que también se presentó en la CP1. Sin embargo, en el resto de las componentes el comportamiento fue variable, y demostró que las medidas estudiadas tienen diferentes grados de expresión en uno y otro semestre.

El impacto de una tecnología es la respuesta en el tiempo a la aplicación de un conjunto de conocimientos técnicos que permiten diseñar, crear o producir bienes o servicios que facilitan la adaptación al medio y satisfacen las necesidades de las personas. En este sentido, el CP 1 agrupó todas las variables que reflejaron mejor el impacto, debido a dos razones fundamentales: la CP 1 tiene una altísima correlación con la variable años, es decir, con los cambios en el tiempo. Las variables de importancia productiva y las propias del cambio tecnológico se recogen en este componente, con altos índices de ponderación, positivos y negativos. Esta componente tiene una relación muy pobre con el porcentaje de caña, pastos artificiales, reemplazo de animales, carga o natalidad, indicadores que no tuvieron grandes cambios en el tiempo. Sin embargo, se registraron altos índices con todos los indicadores de productividad por vaca y producción de leche. Llama la atención, y es importante para demostrar el impacto, que

Tabla1. Estadística descriptiva de las matrices utilizadas para un semestre

Variables	Matriz general N = 169		Matriz semestre 1 N = 89		Matriz semestre 2 N = 80	
	Media	Desviación típica	Media	Desviación típica	Media	Desviación típica
Vacas y novillas BPI	74.89	7.41				
Vacas bajo PI	68.75	7.84				
Producción de leche semestre	38155.40	14186.40				
Duración de la lactación,	305.21	34.21	310.29	20.94	299.56	44.04
Vacas en Ordeño. VO	45.91	8.11				
Litros / VO /d	4.48	1.23	3.83	0.99	5.19	1.08
Leche por lactancia	1315.61	473.46	1071.06	359.91	1587.69	435.97
Nacimientos	29.46	6.56				
Natalidad, %	36.78	6.62	37.79	6.51	35.66	6.61
Vacas reemplazadas cbz	4.63	2.05				
Área total, ha	96.16	18.76				
Total de cuartones	18.32	5.68	18.53	5.73	18.09	5.65
Área con CT-115, ha	14.52	4.38				
Cuartones en el CT-115	12.40	5.12	12.54	5.12	12.24	5.16
Área con pastos artificiales, ha	9.84	12.05				
Área Pastos naturales, ha	64.31	10.45				
Área con caña, ha	2.53	0.53				
Producción leche/ha/semestre	401.80	142.60	334.69	114.21	476.45	134.15
Tiempo parto gestación, d	173.62	10.46	173.85	11.12	173.36	9.75
Total de animales/ha	0.80	0.10	0.79	0.10	0.80	0.10
CT115 en el área, %	15.28	4.42	15.39	4.41	15.16	4.46
Pastos artificiales en el área, %	11.03	9.91	9.26	8.70	9.09	8.73
Caña en el área, %	2.68	0.54	2.67	0.54	2.68	0.55
VO, %	67.32	11.01	66.27	12.08	67.93	9.97
Animales en ordeño, %	61.12	9.85	60.40	10.42	62.48	9.20
Reemplazo%	6.21	2.79	6.75	3.17	5.65	2.15
Años	1 a 10	1 a 10	1 a 10	1 a 10	1 a 10	1 a 10

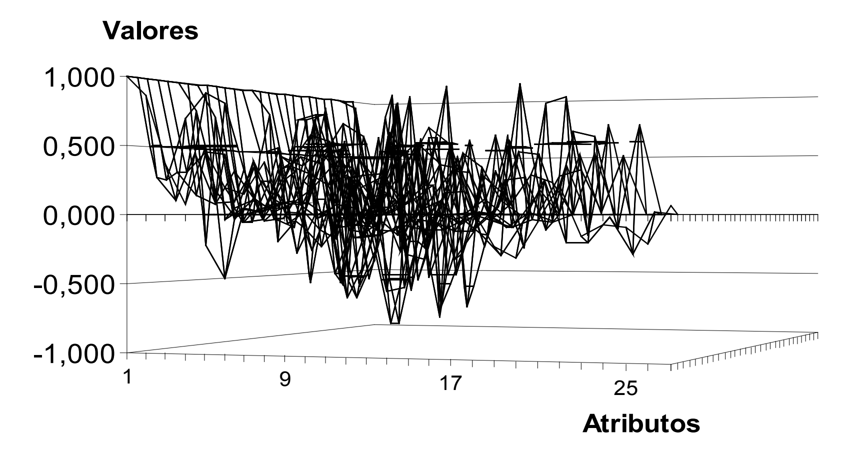


Figura 1. Rango de las correlaciones entre las variables

la componente 1 también está altamente correlacionada con los principales cambios tecnológicos ejecutados en el tiempo, como el acuartonamiento y el incremento del porcentaje de CT-115. Aún con 15 % de CT-115 en las áreas, hubo impacto productivo (Martínez *et al* 2005), por lo que la nueva variable o CP 1 se denominó componente productivo. Los resultados son semejantes para las tres matrices, excepto en aquellos índices que se

Tabla 2. Coeficientes de correlación de cada componente principal con las variables estudiadas en cada una de las tres matrices

Variables	Matriz completa				Matriz S-1				Matriz S-2			
	CP1	CP2	CP3	CP4	CP1	CP2	CP3	CP4	CP1	CP2	CP3	CP4
Duración de la lactación	0.52	-0.05	-0.02	-0.35	0.11	0.01	0.07	0.41	0.63	-0.25	-0.06	0.04
Litros/VO/d	0.60	0.17	-0.01	0.49	0.64	0.47	0.00	0.37	0.80	0.17	-0.15	-0.16
Leche por lactancia (l)	0.52	0.09	-0.02	0.80	0.78	0.41	0.04	-0.15	0.57	0.24	-0.08	0.59
Natalidad, %	0.09	0.08	-0.06	-0.75	-0.19	-0.18	-0.04	0.74	0.17	-0.19	-0.02	-0.80
Vacas reemplazadas	0.06	-0.08	0.98	0.03	0.13	0.93	-0.06	-0.06	-0.06	-0.1.0	0.98	-0.02
Total de cuartones	0.67	0.17	0.12	-0.01	0.67	0.13	0.18	0.14	0.66	0.1.0	0.09	0.06
Cuartones en el CT-115	0.79	0.21	0.10	-0.07	0.68	0.13	0.12	0.52	0.84	0.11	0.09	-0.13
Producción de leche /ha	0.75	0.24	-0.12	0.49	0.87	0.23	0.19	0.17	0.84	0.25	-0.23	0.24
Tiempo parto gestación	-0.80	0.17	-0.09	-0.17	-0.81	-0.18	0.13	0.04	-0.79	0.22	0.07	-0.27
Animales /ha	-0.11	0.75	-0.03	0.12	-0.07	0.09	0.83	-0.19	-0.09	0.75	-0.24	0.15
% de pasto CT-115	0.75	0.39	0.07	0.01	0.65	0.15	0.32	0.43	0.84	0.31	-0.04	-0.07
Pastos artificiales. %	-0.07	-0.84	0.07	0.05	-0.03	0.10	-0.85	-0.18	-0.08	-0.83	0.03	-0.09
Caña. %	0.01	0.81	-0.02	-0.01	-0.02	-0.06	0.79	0.15	0.09	0.81	0.05	-0.09
VO/d. %	0.76	-0.24	-0.09	0.13	0.85	-0.19	-0.13	-0.11	0.63	-0.27	0.02	0.54
Animales en ordeño. %	0.74	-0.29	-0.16	0.13	0.81	-0.28	-0.17	-0.12	0.60	-0.32	-0.03	0.58
Reemplazo. %	0.05	-0.04	0.98	0.01	0.11	0.92	-0.02	-0.06	-0.05	-0.05	0.98	0.01
Años	0.87	-0.25	0.15	0.06	0.87	0.19	-0.23	0.10	0.85	-0.31	0.00	0.24
Varianza explicada,%	35.20	15.00	11.60	9.20	38.30	14.60	12.2	7.30	38.00	16.30	10.90	9.10
Varianza acumulada, %	35.20	50.2	61.80	71.00	38.30	52.90	65.1	72.4	38.00	54.4	65.30	74.30

S-1 Semestre 1(enero-junio)
S-2 Semestre 2 (junio- diciembre)

acentúan en una u otra época, algunos con valores bien diferentes. La duración de la lactación de las vacas, por ejemplo, alcanzó una ponderación mucho más alta con la CP 1 en el período lluvioso con respecto al seco. Este indicador se calcula desde el parto hasta el día en que la vaca se seca, y es obvio que el factor disponibilidad de pasto influyó en las diferencias entre la seca y la lluvia. El resto de los componentes, todos juntos, explican menor variabilidad que el CP 1 y tienen muy poca relación con el tiempo. Son ortogonales (sin relación) con el CP 1, y aunque pueden ser de interés técnico, como es el caso de las relaciones natalidad-época, aportan poco a la definición de factores relacionados con el impacto tecnológico.

No solo es importante interpretar el impacto en los indicadores, sino también el de las variables en los casos o escenarios. Según Torres *et al*. (2008), los coeficientes de medidas factoriales expresan índices del impacto para cada escenario, en función de las componentes principales. Los resultados de este análisis para los CP 1 de las matrices de época seca y lluviosa se presentan en las figuras 2 y 3.

Las barras representan el impacto del CP 1 en el caso vaquería-semestre en forma ascendente, desde 2000 hasta 2009. Los cambios de valores negativos a positivos indican el impacto del tiempo en los resultados. En este estudio, la mayoría se halla sobre los últimos seis semestres, correspondientes al período 2007-2009. Esto demuestra que el componente productivo tuvo cambios en el tiempo en las lecherías.

Este impacto se puede observar mejor en la figura 3 para el CP del segundo semestre o período de lluvias, donde la mayoría de los casos de cada lechería fueron superiores a 0, lo que indica el progreso en el tiempo de este componente.

El ACP demostró la relación del componente productivo (CP 1) con el tiempo. Sin embargo, el reto fue dar valor al impacto, de manera que el productor o el extensionista puedan interpretarlo para sus programas de desarrollo en similares condiciones. Para esto fue necesario regresar a las matrices de correlación.

La inclusión del tiempo como una variable permitió

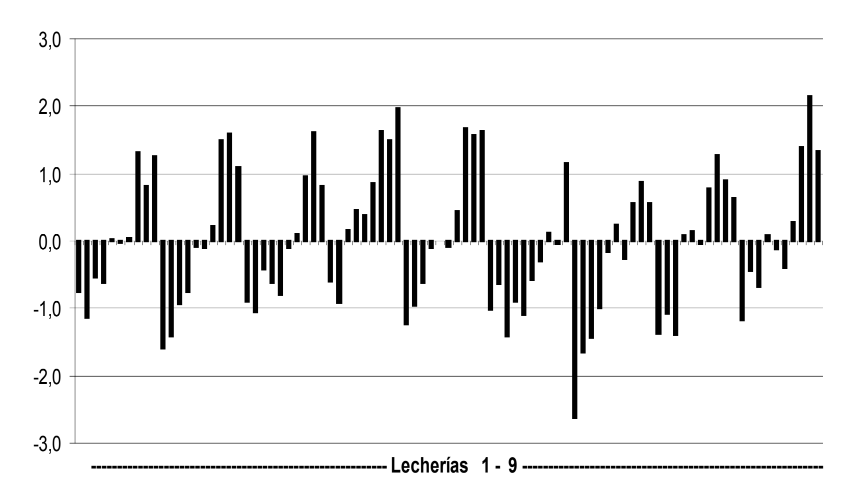


Figura 2. Factores de impacto por lechería, CP 1 para el semestre 1 de los 10 años

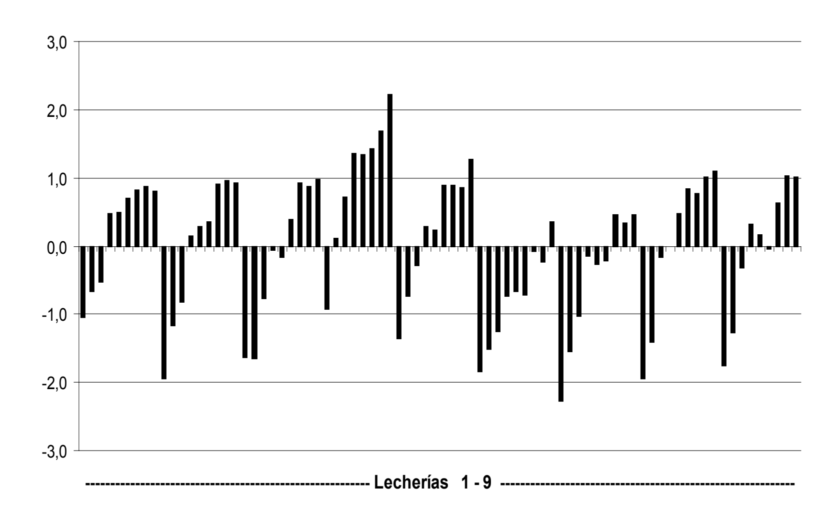


Figura 3. Factores de impacto por lechería, CP 1 para el semestre 2 de los 9 años

encontrar relaciones altamente significativas entre los años de aplicación de la tecnología y las variables de importancia económica. En la tabla 3 aparecen los coeficientes de correlación de las variables estudiadas contra la variable tiempo, en su expresión del 1 al 10.

Con relación al tiempo, no fue importante el número de vacas total o por hectárea, ni el área total ni los cambios en pastos naturales, artificiales o caña. Tampoco lo fueron los animales reemplazados o la natalidad, lo que acentuó la importancia de las relaciones entre el establecimiento del banco de biomasa y los indicadores productivos.

En negritas se destacan los índices de correlación con los años de la producción de leche/ha, el intervalo parto gestación y el porcentaje de vacas en ordeño. Entre otros, estos son consecuencia de indicadores correlacionados también con el tiempo, que responden a los cambios tecnológicos, como área y número de cuartones con Cuba CT-115, actores principales de la alimentación en la seca.

Las ecuaciones de regresión obtenidas para la variable predictora años y las variables dependientes más importantes y altamente correlacionadas con el tiempo permitieron ofrecer valores del impacto en los indicadores productivos. En la tabla 4 se exponen las ecuaciones de regresión obtenidas entre los años y cinco indicadores con alta preponderancia en el CP 1 de cada matriz. Los valores de las variables dependientes corresponden a un semestre.

Las variables producción de leche/semestre /vaquería y la producción de leche/semestre/ha se deben sumar para determinar lo que sucedió en el año. El resto de las variables no son aditivas y reflejan las medias del año.

En estas nueve lecherías representativas de la ganadería comercial cubana, con la implementación de la tecnología de los bancos de biomasa y con su ajuste organizacional aumentó la producción de leche en 59.4 L/ha/año, disminuyó el intervalo parto gestación en 6.5 d/año, aumentó la leche/lactancia en 73.3 l /año, así como la producción total de leche por lechería en 6252 L por año y el litro por vaca en ordeño, en 0.2/año. Estos datos, aunque son discretos en comparación con empresas de mayor desarrollo, muestran un desarrollo continuado y sostenible de aspectos económicos, sociales y medioambientales. Se ejecutaron en diez años de trabajo, considerando las posibilidades de desarrollo del caso estudiado. El impacto se podría incrementar sustancialmente, si los cambios se ejecutaran con resultados similares en la mitad del tiempo.

Tabla 3. Coeficientes de correlación entre las variables estudiadas y la variable año

Variables	Matriz general N =169	Época seca N = 89	Época lluvias N = 80
Duración de la lactación, d	0.41	0.18	0.59
Litros/VO/d	0.44	0.63	0.56
Leche por lactancia	0.43	0.65	0.50
Natalidad, %	-0.06	-0.13	-0.01
Vacas reemplazadas c	0.19	0.29	-0.03
Total de cuartones	0.55	0.57	0.52
Cuartones en el CT-115	0.62	0.61	0.64
Producción de leche/ha	0.57	0.75	0.68
Intervalo parto gestación	-0.85	-0.86	-0.85
Animales /ha	-0.19	-0.18	-0.21
Pasto CT-115, %	0.59	0.58	0.61
Pastos artificiales,%	0.20	0.20	0.20
Caña. %	-0.18	-0.18	-0.18
VO/d. %	0.68	0.67	0.72
Animales en ordeño. %	0.67	0.66	0.73
Reemplazo, %	0.18	0.27	-0.02
Años	1.00	1.00	1.00
Producción total de leche, L	0.61	0.75	0.73
Vacas y novillas BPI	0.06		
Vacas BPI	0.02		
Vacas en ordeño, VO/d	0.63		
Nacimientos	0.36		
Área total, ha	0.12		
Área con CT-115, ha	0.62		
Área con pastos artificiales, ha	0.12		
Área de pastos naturales, ha	-0.13		
Área con caña. ha	-0.05		

Tabla 4. Ecuaciones de regresión de cinco indicadores productivos con alta preponderancia presentes en el CP1 de la matriz general

Variable dependiente	Situación inicial Constante (a)	Pendiente (b)	Cambios en 10 años		R	Sig.
			Semestre	Año 10		
Producción de leche, L/ha/semestre	245.3	29.52	540.5	1081.0	0.57	***
Intervalo parto gestación	190.7	-3.21	158.6	158.6	-0.85	***
VO/d, %	53.0	2.71	80.1	80.1	0.68	***
Leche por lactancia	927.0	73.30	1660.0	1660.0	0.43	***
Producción total de leche/semestre/vaquería, L	21581.412	3126.122	52842.0	105648.0	0.61	***
L/vaca/d	3.4	0.20	5.4	5.4	0.44	***

*** Indica significación para $P < 0.001$

Se concluye que el método analítico multivariado de componentes principales permitió interpretar los resultados de un ciclo de desarrollo en función de la producción lechera proveniente de lecherías donde se aplicaron nuevas tecnologías. Por las características del trópico estacional, fue positivo dividir la información en dos semestres, así como utilizar variables relativas para disminuir la variación típica de los datos. Una vez definido el componente productivo como el mejor relacionado con el tiempo, se estimó el impacto En las condiciones de esta UBPC, la producción de leche/ha aumentó cada año en 59.4l, disminuyó el intervalo parto gestación en 6.5 d y aumentó en 73.3l la leche/lactancia. La producción total de leche por lechería se incrementó

en 6 252. l y el litro por vaca en ordeño en 0.2.

Se sugiere a los directivos de la UBPC que en un nuevo ciclo de desarrollo consideren la aplicación de las tecnologías y métodos de manejo animal que permitan incrementar la producción de leche/ha/año y la cantidad y calidad del alimento para el período seco, y que favorezcan además, la continua disminución del intervalo parto gestación.

La repetibilidad de los resultados en otras condiciones sería un instrumento apreciable de validación metodológica. Sin embargo, hay que resaltar que dependerá de los recursos para ejecutar los cambios tecnológicos en menor tiempo, así como de la efectividad del resto de los cambios organizacionales. No obstante, se comprobó que los cambios tecnológicos adoptados fueron efectivos.

Referencias

Balzarini Mónica, G., Casanoves, F., Di Rienzo, J.A., González, L.A. & Robledo, C.W. 2001 InfoStat. Version 1. Software estadístico, manual de usuario. Córdoba, Argentina

Chacón, M., Martínez R.O. & Torres, V. 2008. Evaluación del comportamiento económico-productivo de lecherías con diferentes sistemas de producción en la empresa "El Tablón" de la Provincia de Cienfuegos. Evento Agrociencias. Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez". Cuba

Font i Furnols, M. & Guerrero, L. 2005. Estadística aplicada al análisis sensorial. Monografías INIA. España. 429 pp.

Gaynor, E. 2006. El ciclo PHCA de Shewhart. http://www.gestiopolis.com/canales5/ger/modergay.htm. [Consultado: julio 2010]

Martens, H. & Martens M. 2000. Multivariate Analisis of Quality. An Introduction. John Wiley & Sons. Ltd. Chichester, Inglaterra. 445 pp

Martínez, R.O. & Herrera, R.S. 2005. Empleo del pasto Cuba CT-115 para solucionar el déficit de alimentos durante la seca. En: *Pennisetum purpureum* para la Ganadería Tropical. Ed. S.R. Herrera, G. Febles y G. Crespo. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba

Philippeau, G., 1990. ¿Como interpretar los resultados de un análisis de componentes principales? Institut Technique des Céréales et des Forrages. Paris. Francia. 63 pp

Torres, V., Ramos, N., Lizazo, D., Monteagudo, F. & Noda, A. 2008. Statistical model for measuring the impact of innovation or technology transfer in agriculture. Cuban J. Agric. Sci. 42:131

Visauta, B. 2002. SPSS para Windows versión 11.5. Volumen II. Mc Graww-Hill/Interamericana de España. S.A.V. 358 p

Recibido: 18 de mayo de 2011